モモ‘白鳳’の花芽における温度と自発休眠覚醒効果との関係

誌名	農業氣象
ISSN	00218588
著者名	杉浦,俊彦 阪本,大輔 朝倉,利員 杉浦,裕義
発行元	養賢堂
巻/号	66巻3号
掲載ページ	p. 173-179
発行年月	2010年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat

研究論文

農業気象 (*J. Agric. Meteorol.*) 66 (3): 173–179, 2010

モモ‘白鳳’の花芽における温度と自発休眠覚醒効果との関係

杉浦俊彦・阪本大輔・朝倉利員・杉浦裕義
(農研機構 果樹研究所)

The relationship between temperature and effect on endodormancy completion in the flower bud of ‘Hakuho’ peach

Toshihiko SUGIURA, Daisuke SAKAMOTO, Toshikazu ASAKURA, and Hiroyoshi SUGIURA
(National Institute of Fruit Tree Science, Fujimoto, Tsukuba, 305–8605, Japan)

Abstract

The relationship between temperature and the effect on endodormancy completion was investigated in flower bud of the ‘Hakuho’ peach, in order to develop a method estimating endodormancy completion. Potted trees were chilled in temperature-controlled dark rooms (–6, –3, 0, 3, 6, 9, 12 and 15℃) from October or early November. After chilling treatment for various durations, they were placed in a growth chamber adjusted to 25℃. The endodormancy completion was judged based on the flowering percentage at 20 days in the chamber.

Chilling for 1400 hours was necessary to break the endodormancy at 6℃, which was the most effective temperature. The relative effectiveness for endodormancy completion was calculated based on the chilling hours required for endodormancy completion at each temperature. If the effectiveness of 6℃ is defined as 1, the relative effectiveness of –6, –3, 0, 3, 9, 12 and 15℃ were estimated as 0, 0.5, 0.7, 0.9, 0.9, 0.6, 0, respectively.

To test the validity of the effectiveness under alternating air temperatures, endodormancy completion dates and air temperature were observed in an open field over four years. When the values of the effectiveness were regarded as chill unit coefficients, they were justified by integrated chill units on endodormancy completion dates in the open field.

Key words: Chill unit, Chilling requirement, DVR model, Endodormancy breaking, Forcing cultivation.

キーワード：加温栽培，休眠打破，チルユニット，低温要求量，発育速度モデル

1. はじめに

モモなど落葉果樹の芽には自発休眠期と呼ばれる発育ステージが存在し，このステージを完了するには樹種・品種ごとに決まった低温量に遭遇することが必要である。自発休眠期の完了すなわち自発休眠覚醒が不十分であると，高温に遭遇しても，正常に発芽や開花することができない。

ニホンナシ，モモ，ブドウ，オウトウなどの加温施設栽培では，人工的に低温遭遇が制限されることから，近年，暖冬年において，自発休眠期の低温不足による発芽不良が顕在化している (Sugiura *et al.*, 2007)。今後，温暖化の進行により，この問題の拡大が懸念されるため，樹や芽の外観によって判断することはできない自発休眠覚醒期を，精度よく推定する技術のニーズが高まっている。

自発休眠覚醒を推定するモデルは古くから研究されおり，すでに 1932 年には 45 ℉ (7.2℃) 以下の低温に遭遇した時間を積算することにより，自発休眠覚醒期を推定する方法が提唱されている (Weinberger, 1950)。とくにモモについては，Richardson *et al.* (1974) によって報告されたチルユニットがよく知られている。これは，温度によっ

2009 年 10 月 26 日　受付，2010 年 3 月 14 日　受理

て重み付けした係数を積算することにより，より精度よく自発休眠覚醒を推定するモデルであるものの，対象となっている 'Redhaven' と 'Elberta' は，わが国ではなじみのない品種である。他方，わが国のモモの加温施設栽培では，成熟期の早い白鳳系の品種等が使用されることが一般的である (吉田ら，1991)。そのため，現状ではチルユニットが，自発休眠覚醒の判定法として生産現場に普及しているとはいえす，また，わが国の栽培品種において自発休眠覚醒効果の温度間差を定量的に検討した報告はみあたらない。さらに，チルユニットの係数は 0.5 刻みで設定された粗いものである。

一方，果樹に低温を処理し，自発休眠覚醒に必要な低温時間を判定するためには多くの処理区が必要となるため，過去の研究においては，切り枝や 2 年生の幼木を用いることが多く，モモのチルユニットもこのような研究の結果を根拠として求められている (Erez and Lavee, 1971; Richardson *et al.*, 1974)。しかし，幹や根がない切り枝に温度処理する実験は精度に疑問が残り，幼木の場合も，わずかな花芽数で自発休眠覚醒を判断する必要がある。さらに，幼木を扱う研究では，6 ～ 8 樹程度の少数の樹で実験することが多い (Erez and Lavee, 1971; Kitamura *et al.*, 1999)。

現在，わが国のモモの施設栽培で求められているのは，日本の栽培品種の自発休眠覚醒期を精度よく推定可能な実用的技術である。本研究では，このような技術の開発に向け，日本における栽培品種について，4 年生以上の樹齢の樹を 169 樹用いることで，処理樹数を過去の研究に比べて大幅に改善した生態実験を行い，自発休眠覚醒効果の温度間差について詳細に検討した。

2. 材料および方法

実験は農研機構果樹研究所 (当時，農水省果樹試験場，茨城県つくば市) でポット栽培された，モモ (*Prunus persica* Batsch) '大玉白鳳' の 4 ～ 7 年生樹を供試して行った。1991 年は 41 樹，1993 年は 32 樹，1995 年は 40 樹，1996 年は 29 樹，1997 年は 21 樹，1998 年は 6 樹の合計 169 樹を供試した。一度，実験に使用した樹については廃棄し，翌年以降の実験には供試しなかった。

2.1 実験 1

供試したポット栽植樹を，1991 年 10 月 8 日，1993 年 10 月 20 日，1995 年 10 月 30 日，1996 年 10 月 17 日，1997 年 11 月 4 日から低温恒温室に配置して恒温処理を行った。光は暗幕などを用いて遮り，全ての区とも暗黒とした。これらの温度処理開始時点では，12℃以下の低温にはほとんど遭遇しておらず，またすべての樹はほとんど落葉していなかった。処理温度は 0，3，6，9，12，15℃の 6 処理とし，すべての処理に対して 1 樹ずつを供試した。処理温度とその処理時間を Table 1 に示した。この恒温処理終了後，ただちに 25℃の自然光人工気象室において加温した。自発休眠覚醒状況を判定するため，加温開始 20 日後に開花率を調査した。

2.2 実験 2

実験 1 では 0℃以上の温度を調査対象としたが，0℃以下については実験 1 と同様な長期の連続処理をすると低温障害や土壌凍結等による樹の枯死が発生する可能性がある。そこで，1998 年 10 月 19 日から供試樹を変温可能な暗黒の低温庫に配置して，昼温 / 夜温を 6℃ /–3℃または 6℃ /–6℃の温度処理をした。処理期間の長さおよび昼夜温の処理時間を調整して，処理温度と処理時間の長さが相違する A, B, C, D の 4 つの区を設定した (Fig. 1)。A 区と B 区は各区 2 樹ずつ，C 区と D 区は 1 樹ずつを供試した。処理後ただちに 25℃の自然光人工気象室において加温し，実験 1 と同様，加温開始 20 日後の開花率で，自発休眠覚醒状況を判定した。

2.3 実験 3

露地における自発休眠覚醒状況を調べるため，果樹研究所内の露地に置いたポット栽培樹を，12 月～ 2 月に数日間隔で，1 樹ずつ順次 25℃の自然光人工気象室に移動し加温をした。実験 1 と同様に加温開始 20 日後に開花率を調査した。加温開始日は Table. 2 に示した。この試験は，1993/1994 年，1995/1996 年，1996/1997 年，1997/1998 年の 4 回行った。

ポット栽培樹を配置した付近に百葉箱を設置し，露地における 30 分ごとの気温を熱電対温度計を用いて測定した。

3. 結　果

3.1 実験 1

自発休眠覚醒期の判定については必ずしも一般的な基準があるとはいえないが，本研究においては，処理温度によって低い開花率しか得られなかったものもあったため，20％以上の開花率に到達した樹を自発休眠覚醒とした。この基準において，各樹について自発休眠覚醒したかどうかを判定し，Table 1 に示した。

0℃は 1872 時間以下ではすべて開花率が 20％以下だった一方，1894 時間以上処理した 6 樹のうち 1 樹 (2736 時間) を除き 5 樹が 20％を上回ったことから，1872 時間から 1894 時間の間で自発休眠覚醒と判断した。3℃の処理では 1584 時間処理した樹の開花率が 20％を越えた。自発休眠覚醒と判定された樹は 1 樹だけであったが，1488 時間以下の処理については例外なく開花率が 20％以下となったことから，3℃では 1488 時間から 1584 時

Table 1. The relationship between temperature treatment and endodormancy completion in flower buds of potted peach trees (○: completion, ×: incompletion). The endodormancy completion was judged from the percentage of flowering on 20 days after forcing at 25℃.

Temperature (℃)	Year	Time of temerature treatments (hour)							
0	1991	600	744	912	1056	1200	1344	1488	
		×	×	×	×	×	×	×	
	1993	1198	1437	1657	1894	2155			
		×	×	×	○	○			
	1995	912	1080	1248	1416	1584			
		×	×	×	×	×			
	1996	816	936	1056					
		×	×	×					
	1997	1584	1872	2160	2448	2736	3024		
		×	×	○	○	×	○		
3	1991	600	744	912	1056	1200	1344	1488	
		×	×	×	×	×	×	×	
	1993	955	1076	1198	1317	1437			
		×	×	×	×	×			
	1995	912	1080	1248	1416	1584			
		×	×	×	×	○			
	1996	648	816	1056	1440				
		×	×	×	×				
6	1991	600	744	912	1056	1200	1344	1488	
		×	×	×	×	×	×	○	
	1993	955	1076	1198	1317	1467			
		×	×	×	○	○			
	1995	912	1080	1248	1416	1584			
		×	×	×	×	○			
	1996	648	816	1056					
		×	×	×					
	1997	816	888	960	1032	1080			
		×	×	×	×	×			
9	1991	600	744	912	1056	1200	1344	1488	
		×	×	×	0	×	×	×	
	1993	1076	1317	1556	1801				
		×	×	○	○				
	1995	912	1080	1248	1416	1584			
		×	×	×	×	○			
	1996	864	1104	1440					
		×	×	×					
12	1991	1056	1392	1704	2064	2400	2400	2688	3000
		×	×	×	×	×	×	○	○
	1993	1317	1627	1894	2184	2419			
		×	×	×	×	○			
	1995	1080	1248	1416	1584	1752			
		×	×	×	×	×			
	1996	696	864	1200	1440				
		×	×	×	×				
15	1991	1056	1488	2064	2496	3000			
		×	×	○	×	×			
	1995	1416	1920	2184	2592	3024			
		×	×	×	×	×			
	1996	3504							
		×							

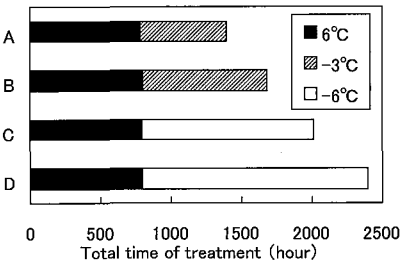

Fig. 1. Outline of total time of cold temperature treatment for peach trees. Potted trees were chilled in 4 daily cycles of 6/–3℃(A, B) or 6/–6℃ (C, D). The chilling was always applied in the dark.

Table 2. The relationship between starting dates of forcing and endodormancy completion of potted peach trees in open field (○: completion, ×: incompletion). The endodormancy completion was judged from the percentage of flowering after forcing at 25℃. Chill units until forcing were calculated from air temperatures in the open field.

Year	Date	Endodormancy completion	Chill unit
1993	Dec 30	×	1084
	Jan 19	○	1405
	Jan 28	○	1531
	Feb 10	○	1748
1995	Jan 4	×	1153
	Jan 8	×	1208
	Jan 18	○	1372
	Jan 29	○	1566
	Feb 9	○	1745
1996	Dec 16	×	877
	Dec 26	×	1053
	Jan 6	×	1242
	Jan 16	×	1397
	Feb 3	○	1689
1997	Dec 16	×	817
	Dec 26	×	1001
	Jan 6	×	1200
	Jan 16	×	1365
	Jan 26	○	1535

間が，自発休眠覚醒までに必要と考えられた。

6℃は 1317 時間を超えると開花率が 20%に達する樹が現れたが，より長い時間処理した樹でも開花率が低い

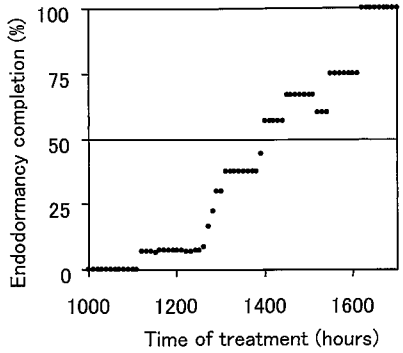

Fig. 2. The relationship between time of treatment of 6℃ and the percentage of endodormancy completion tree. The percentage was calculated from the ratio of the number of endodormancy completion trees to the number of trees chilled for the time (±200 hours) of treatment plotted along the abscissa in this figure.

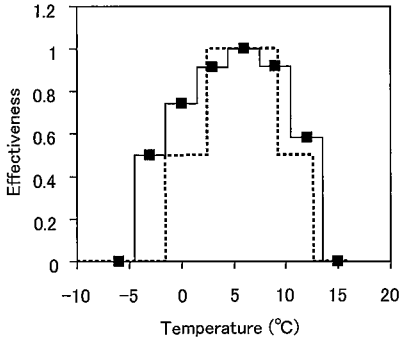

Fig. 3. The relationship between temperature and effectiveness for endodormancy completion in flower buds of peach. The lines (continuous line: by this study, dashed line: by Richardson *et al.*, 1974) show chill unit coefficient which is defined as 1.0 at the optimum chilling temperature.

樹が複数あり，必ずしも閾値が明確でなかった。そこで，処理時間ごとに，その前後 200 時間の幅の中に入る樹の自発休眠覚醒割合を求めて図示した (Fig. 2)。例えば，処理時間が 1500 時間の場合，1300 時間～ 1700 時間処理した樹が対象になり，実験において，1344，1488，1317，1467，1416，1584 時間処理した 6 樹うち，4 樹が自発休眠覚醒しているため，自発休眠覚醒割合は 67%である。この計算を 1000 時間から 1700 時間まで 10 時間刻みに行った結果，処理時間が長くなるほど自発休眠覚醒割合が上昇し，1400 時間で自発休眠覚醒割合が 50%を超えた。なお，自発休眠覚醒割合を処理時間ごと

に前後200時間，すなわち400時間の幅で求めたのは，25処理を600時間から1584時間の間に行っているため，平均すれば400時間の幅に10樹程度が入ることになるからである。

9℃は1488時間以下では1樹(1056時間)を除いて開花率が20％を下回った一方，1556時間以上処理した3樹はすべて，20％を超えたことから，1488時間から1556時間の間で自発休眠覚醒と判定した。12℃の処理では2400時間以下の処理ではすべての樹で自発休眠覚醒せず，一方，2419時間以上処理した樹はすべて自発休眠覚醒したことから，2400時間から2419時間が必要と判定された。

15℃は2064時間処理した樹のみ，開花率が20％を超えたものの，3000時間以上処理した3樹はすべて，開花率が低かったことから，3504時間までは自発休眠覚醒しないと判断した。

3.2 実験2

加温開始20日後の開花率は，B区において2樹とも20％を越えたのに対し，A区およびC，D区はすべての樹で20％に到達しなかった(図表略)。実験1と同様に20％以上の開花率に到達した樹を自発休眠覚醒とすると，B区のみ自発休眠覚醒したと判定された。

実験1において6℃では1400時間程度あれば自発休眠から覚醒すると判定されたが，実験2において6℃と–3℃の合計の処理時間が約1400時間であるA区(うち約600時間が–3℃)が2樹とも開花率20％に到達しなかったことから，–3℃の自発休眠覚醒に対する有効性は6℃よりも低いと考えられた。一方，A区よりも–3℃の時間を1.5倍程度長くしたB区は自発休眠から覚醒したことから，–3℃は6℃には劣るものの自発休眠覚醒に対して有効性な温度であると考えられた。

また，–6℃を処理したC区とD区は20％に到達しないだけでなく，いずれも全く開花しなかった(図表略)。このことから，–6℃は自発休眠覚醒に対する有効性はほとんどないと考えられた。

3.3 実験3

露地での自発休眠覚醒状況は，実験1，2と同じ基準で判定した(Table 2)。この結果からどの年次も1月ごろに自発休眠覚醒したと考えられた。

3.4 自発休眠覚醒効果の温度間差

以上の結果を用いて，自発休眠覚醒に対する有効性を比較するため，まず，自発休眠覚醒に必要な時間の閾値について検討する。0℃は1872時間から1894時間の間で自発休眠覚醒したことから，中間点の1883時間を自発休眠覚醒に必要な時間と判断した。同様に3℃は1536時間，9℃は1522時間，12℃は2410時間が中間点であり，それぞれの必要な時間とした。また，6℃は自発休眠覚醒割合が50％を超える1400時間が自発休眠覚醒に必要な時間と判断された。

温度ごとの自発休眠覚醒への有効性の大きさは，その温度における自発休眠覚醒までの発育速度の大きさで測ることができる(Sugiura and Honjo, 1997)。発育速度(*DVR*)は1時間当たりの発育量であり，本研究の場合は，自発休眠覚醒までに必要な時間の逆数として得られる。

本研究で実験を行った範囲で，*DVR*が最大となるのは6℃であり，1/1400である。次が9℃の1/1522である。6℃の有効性を1とすると，9℃の有効性は1400/1522である。このように6℃の有効性を1とした場合の各温度の有効性の相対的な大きさを求めると，0℃では0.74，3℃では0.91，9℃では0.92，12℃では0.59となった。

一方，–6℃と15℃については本研究では自発休眠覚醒が認められず，有効性は0と仮定した。–3℃の有効性は実験2の結果から，0よりも大きく1よりも小さいと判断され，仮に中間の0.5とすると，–6℃から15℃までの温度と自発休眠覚醒への有効性の大きさの関係は，6℃を頂点とする山型になる(Fig. 3)。この関係を階段状に補間すればチルユニットの係数として使用でき，また，何らかの近似式で補間すれば，自発休眠覚醒を推定する発育速度モデルの変数として使用可能である。

4. 考　察

4.1 自発休眠覚醒効果の温度差について

モモの自発休眠覚醒に対する有効性の温度差に関して，Erez and Lavee (1971)は，3℃および10℃は6℃に比べて自発休眠覚醒に対する効果が小さく，18℃は無効であり，21℃ではそれまで積算された低温を打ち消すことを実験的に示した。6℃付近が最も効果があるという点で，本研究と一致している。本研究では対照の温度範囲が15℃以下であり，自発休眠期のステージが覚醒に向かって，ある程度進んでいても，もとに戻ってしまうという打ち消し効果については検討できなかったが，今後の課題である。

Erez and Lavee (1971)の報告を発展させて，Richardson *et al.* (1974)はモモの自発休眠覚醒期を推定するためのチルユニットを開発した。これは，複数の温度域を設定し，温度域ごとに，自発休眠覚醒に対する有効性に応じた係数を与えることにより，遭遇した低温を重みづけしながら積算してゆくモデルである。

比較のために，このRichardson *et al.* (1974)によるチルユニットの係数を16℃以下の温度についてFig. 3に示した(破線)。本研究の結果に比べて0℃などが低めに評価され，–3℃は0とされている。これは，品種の差異

あるいは，本研究では温度の刻みをRichardson *et al.* (1974) より詳細に検討しているためであると考えられる。

日本の品種に関しては，Kitamura *et al.* (1999) が‘日川白鳳’における5，7および10℃の自発休眠覚醒に対する有効性の差を検討し，5，7℃に比べて10℃は劣るとしている。これは本研究の結果と一致している。

4.2 変温条件下での適合性について

本研究において得られた，温度ごとの自発休眠覚醒への有効性の相対的な大きさは，ほとんどが恒温処理の結果である。実際のモモの加温栽培では，露地において自発休眠覚醒させるため，刻々と変動する温度条件下でも，この関係が成立するか検証する必要がある。

そこで，ここでは実験1，2により得られた関係からチルユニットモデルを構築して，実験3の結果に適用することにより検証する。まず，実験1，2により得られた自発休眠覚醒に対する有効性の相対値について，–4.5～13.5℃の間を6段階の階段状に補間する (Fig. 3の実線)。これをチルユニットの係数とし，露地で計測した気温をこの係数に適用して，チルユニットの積算値を求めた。なお，気温が–4.5℃以下および13.5℃以上の場合はチルユニットの係数は0とした。また，チルユニットの起算日は9月1日とした。

加温を開始した時点でのチルユニットの積算値をTable 2に示した。チルユニットが1372 (1995年の1月18日) になると自発休眠覚醒する樹が現れ，1405 (1993年の1月19日) を超えた場合はすべての樹が自発休眠覚醒した。実験1の6℃処理では1400時間前後で自発休眠覚醒と見られており，この結果と露地での結果はよく一致している。したがって，今回，得られた温度ごとの自発休眠覚醒に対する有効性の相対的な大きさは，変温条件下でも適合する可能性が高いことが示された。

4.3 自発休眠覚醒推定モデルの開発に向けて

本研究では多数のポット栽培樹を使用して，自発休眠覚醒に対する有効性の温度間差を実験的に明らかにすることができた。しかし，人工的な環境制御をしているため，変温条件でないこと以外にも，低温処理を暗黒条件で行っていることや，開花させるための加温を，一般的な自然条件下での開花期の気温よりも高い25℃で行っているといった問題が残る。より厳密な自発休眠覚醒推定モデルの開発を行うためには，自然条件下との環境の違いがどのように自発休眠覚醒や開花に作用するかの検討が必要である。

また，本研究では基準を開花率20%としており，果樹生産上必要な開花率と比べて低くなっていることから，実用的な自発休眠覚醒推定モデルの開発に向けて，より高い開花率となる低温時間を明らかになければならない。Kitamura *et al.* (1999) は品種別の低温要求性を検討し，白鳳系6品種の中でも品種間差があることを認めている。したがって，今後は，本研究で得られた結果を用い，実用的な開花率が得られるチルユニット積算値あるいは発育速度積算値 (*DVI*) を，品種ごとに明らかにしてゆく必要がある。

4.4 自発休眠覚醒の判定法について

自発休眠覚醒に必要な低温時間を判定するためには多くの温度処理区が必要となるため，過去の幼木を扱う研究では，1つの温度に関して6～8樹程度の少数の樹で実験することが多かった (Erez and Lavee, 1971; Kitamura *et al.*, 1999)。一方，本研究ではより高い精度を求めて，ほとんどの処理温度で20以上の樹を用いた。しかし，処理樹が増え，処理時間の間隔が密になれば，樹の個体差が顕在化し，自発休眠覚醒に必要な時間の閾値が判定しにくくなる。

実験1において，3℃および12℃は，ある閾値よりも長い処理時間ではすべて，自発休眠覚醒し，短い時間ではすべて自発休眠覚醒せず，2つに分離できたものの，他の温度処理ではそうならなかった。このうち0，9，15℃ではそれぞれ1樹の結果を無視することにより，2つに分離することができたものの，6℃はより複雑な結果となり，他の温度のような方法で2つに分離するのは難しかった。

そこで，本研究ではやむを得ずFig. 2で示したような判定法を新たに提示し，それに基づいて自発休眠覚醒に必要な時間を1400時間とした。ここでは自発休眠覚醒割合を，処理時間ごとに前後200時間の幅で計算したが，判定に使用する時間の幅を変えれば，50%を超える処理時間も多少変化することも事実であり，どのような判定方法が適当かは今後の検討課題である。

5. 摘　要

モモにおける自発休眠覚醒期推定技術の開発に向けて，自発休眠覚醒効果の温度間差を‘白鳳’の生態実験により検討した。その結果，次のことが示された。

1. 自発休眠覚醒に対して最も有効な温度は6℃であった。6℃よりも温度が低下するに従って自発休眠覚醒効果は低下し，6℃の効果を1とすると，3℃では約0.9，0℃では約0.7であった。また，–3℃でも一定の効果が認められたが，–6℃では効果は認められなかった。
2. 6℃よりも高くなっても効果が低下し，9℃では約0.9，12℃では約0.6，15℃では効果は認められなかった。
3. この自発休眠覚醒効果の温度間差について，変温条件下における妥当性を検討するため，これらの結果

からチルユニットの係数を策定し，露地での自発休眠覚醒状況に適用したところ，よく適合した。

References

Erez, A., and Lavee, S., 1971: The effect of climatic conditions on dormancy development of peach buds. I. Temperature. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **96**, 711–714.

Kitamura, M., Masuda, N., and Osaki, S., 1999: Estimation of completion of rest period in peach under protected cultivation. *Res. Bull. Kumamoto Pref. Agric. Res. Center*, **8**, 54–59.

Richardson, E. A., Seeley, S. D., and Walker, D. R., 1974: A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. *HortScience*, **9**, 331–332.

Sugiura, T., and Honjo, H., 1997: The effects of temperature on endodormancy completion in Japanese pear *(Pyrus pyrifolia* Nakai) and modeling the relationship. *J. Agric. Meteorol.*, **53**, 285–290.

Sugiura, T., Kuroda, H. and Sugiura. H., 2007: Influence of the current state of global warming on fruit tree growth in Japan. *Hort. Res.* (*Japan*), **6**, 257–263.

Weinberger, J. H., 1950: Chilling requirements of peach varieties. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.,* **56**, 122–128.

Yoshida, T., Endo, H., and Noma, Y., 1991: Peach. In *Protected cultivation of fruit tree and environmental control* (ed. by Watanabe, I., Kozai, T., Kamota, F., and Noma, Y.). Hakuyusya, Tokyo, pp. 89–100 (吉田智也・遠藤　久・野間　豊, 1991：モモ. 果樹の施設栽培と環境調節(渡部一郎・古在豊樹・鴨田福也・野間　豊　編). 博友社, 東京, pp. 89–100).